



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# SINIMAILANEN LYPSYLEHMIEN REHUNA

Ruokintakoe

TEKIJÄ: Jonna Laatikainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma			
Työn tekijä Jonna Laatikainen			
Työn nimi Sinimailanen lypsylehmien rehuna			
Päiväys	17.5.2018	Sivumäärä/Liitteet	30/0
Ohjaajat Hilkka Kämäräinen ja Heli Wahlroos			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit Nurmet Rahaksi -hanke (NuRa); Luonnonvarakeskus (Luke) Maaninka, Auvo Sairanen			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Sinimailanen on maailmalla arvostettu rehukasvi. Se on valkuaispitoinen ja maittava kasvi ja sitä pidetäänkin useissa maissa tärkeimpänä lypsykarjan rehuna. Hyvien ruokinnallisten ominaisuuksien lisäksi sinimailasella on voimakas juuristo ja typensidontakyky, minkä vuoksi sillä on maata parantava ja kuohkeuttava vaikutus. Pohjoisissa ilmastossa sinimailasen talvehtiminen on kuitenkin epävarmaa.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli saada vähennettyä lypsylehmien ruokinnassa käytettävän rypsin määrää sinimailasrehun avulla. Tarkoituksena oli selvittää nurmirehun osittaisesta korvaamisesta sinimailasrehulla aiheutuvat vaikutukset maidontuotantoon ja rehun hyödyntämiseen. Tutkimuksen toimeksiantajana toimi Nurmet Rahaksi -hanke, joka perehtyy keinoihin parantaa ja ylläpitää nurmiviljelyn kannattavuutta sekä kilpailukykyä. Ruokintakoe toteutettiin Luonnonvarakeskus Maanigan tiloissa.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin kolmea erilaista seosrehua. Nurmiseosrehu sisälsi nurmisäilörehua, ohraa, rypsiä ja kivennäisiä. Normaalin ja matalan valkuais- ja typensidontatason sinimailasseosrehujen nurmisäilörehuista 40 prosenttia korvattiin sinimailassäilörehulla ja väkirehut koostuivat ohraa ja rypsiä. Nurmiseosrehussa ja normaalin valkuais- ja typensidontatason sinimailasseosrehussa rypsin osuus oli 20 prosenttia väkirehuista ja matalamman valkuais- ja typensidontatason sinimailasseosrehussa 15 prosenttia. Kaikkien koerehujen väkirehuprosentti oli 45.</p> <p>Nurmirehun osittainen korvaaminen sinimailasrehulla lisäsi kuiva-aineen syöntiä, maitotuotosta ja paransi energiatasapainoa. Maidon rasva-, valkuais- ja laktoosipitoisuuksissa ei ollut eroa ruokintojen välillä. Typen hyödyntäminen maidontuotannossa heikkeni sinimailasruokintoilla.</p> <p>Tulokset osoittivat sinimailasen ravitsemukselliset edut verrattuna pelkkään perinteiseen nurmirehuun. Ruokintakokeen tulosten perusteella voidaan todeta, että sinimailassäilörehulla voidaan osittain korvata rypsiä lypsylehmien ruokinnassa. Typen hyväksikäyttö heikkeni, mutta se jäi kuitenkin samalle tasolle aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa käytettiin karkearehuna pelkkää nurmiheinärehua. Lypsykarjatilojen kannattaa tulevaisuudessa hyödyntää sinimailasta valkuaisomavaraisuuden parantamiseksi.</p>			
Avainsanat sinimailanen, säilörehu, typensidonta, maidontuotanto			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Author Jonna Laatikainen			
Title of Thesis Alfalfa as dairy cattle fodder			
Date	17.5.2018	Pages/Appendices	30/0
Supervisors Hilkka Kämäräinen and Heli Wahlroos			
Client Organisation/Partners Nurmet Rahaksi -project (NuRa); Natural Resources Institute Finland (Luke), Auvo Sairanen			
<p>Abstract</p> <p>Alfalfa is a highly valued fodder plant around the world. It is a proteinaceous and palatable plant and it is considered to be the main feed in many countries. In addition to alfalfa's good intake features, alfalfa has strong rhizome and nitrogen fixation, which is why it has soil improving ability. However, alfalfa's overwintering in the Nordic climate is uncertain.</p> <p>The target of the research was to reduce the amount of turnip rape used in feeding of dairy cows with the help of alfalfa silage. The aim was to solve effects of partial replacement of grass silage with alfalfa silage in milk production and utilisation of silage. The client of the research was Nurmet Rahaksi -project, which explores ways to improve and maintain grassland viability and competitiveness. The feeding experiment was executed in Luke Maaninka.</p> <p>There was three different mixed feed used in the research. Grass mixed feed contained grass silage, barley, turnip rape and minerals. In normal and low protein supplement level alfalfa silage, 40 percent of grass silage was replaced with alfalfa silage and the concentrate consisted of barley and turnip rape. The percentage of turnip rape in grass mixed feed and normal protein supplement level alfalfa mixture silage was 20 percent of the concentrate and the percentage in lower protein supplement level alfalfa mixture silage was 15%. In all of the experimental silages the percentage of concentrate was 45%.</p> <p>The partial replacement of grass silage with alfalfa increased intake of dry matter, milk yield and improved energy balance. There was no difference in fat-, protein- or lactose content in milk between the feedings. Nitrogen utilisation in milk production deteriorated with alfalfa feeding.</p> <p>The results prove the nutritional benefits of alfalfa compared to traditional grass silage. The results of the feeding experiment show that alfalfa silage can partially replace turnip rape in dairy cow intake. Nitrogen utilisation deteriorated, but it still remained on the same level with earlier researches where just grass fodder was used as forage. In the future alfalfa will be worth using to improve the protein self-sufficiency on dairy farms.</p>			
<p>Keywords</p> <p>alfalfa, silage, nitrogen fixation, milk production</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	SINIMAILASEN VILJELY .....	6
2.1	Kasvupaikkavaatimukset ja perustaminen.....	8
2.2	Sadonkorjuu ja satotaso .....	8
2.3	Yleisimmät kasvitaudit .....	9
2.4	Talvituhojen aiheuttajat .....	9
3	SINIMAILANEN REHUKASVINA .....	11
3.1	Rehun energia ja säilönnällinen laatu .....	12
3.2	Rehun valkuainen .....	13
3.3	Haitalliset aineet .....	14
3.4	Vaikutus maidontuotantoon .....	15
4	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	16
4.1	Kvantitatiivinen tutkimus.....	16
4.2	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	16
4.3	Ruokintakokeen toteutus .....	17
5	TULOKSET .....	21
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	24
7	PÄÄTÄNTÖ .....	26
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	27

## 1 JOHDANTO

Sinimailanen on kotoisin Iranista, Itä-Turkista ja Kaspianmeren ympäristöstä, jossa sen viljely aloitettiin 3 000 vuotta ennen ajanlaskun alkua. Sinimailanen kulkeutui Arabien mukana Pyreneitten niemimaalle, josta se puolestaan levisi keskiajalla Eurooppaan. Sinimailanen kulkeutui eurooppalaisien mukana Amerikkaan, missä sitä viljellään nykyisin yleisesti. Sinimailasen sanotaan olevan maailman vanhin nurmirehukasvi. (Ylhäinen 2009, 28.) Sinimailanen, jota kutsutaan myös nimillä alfalfa ja lucerne, on tärkeä rehukasvi useissa maissa ympäri maailmaa (Comfy Hooves 2015). Sen ravintosisällön vuoksi sinimailasta pidetään maailmalla yhtenä tärkeimmistä lypsykarjan rehuista (Webster 1993, 153).

Valkuainen on yksi tärkeimmistä nautaeläinten ravintoaineista. Sitä tarvitaan kasvuun sekä maidontuotantoon. Karjatiloilta tyypillisimpiä ostorehuja ovat valkuaisrehut. (Hissa 2018, 30.) Nurmipalkokasvien viljelyllä on mahdollista parantaa valkuaisen omavaraisuusastetta. Palkokasvien viljely mahdollistaa usein reilun valkuais sadon saamisen omalta pellolta. Ne monipuolistavat rehuvalikoimaa ja typpilannoituksen tarve vähenee. Palkokasvit sitovat tarvitsemansa typen ilmakehästä, ja tyyppiä jää myös maahan seuraavalle kasville käytettäväksi. Palkokasvivalikoima on moninainen, ja yksi potentiaalinen monivuotinen nurmipalkokasvi on sinimailanen. (Kuoppala 2017-12-01.)

Kiinnostus sinimailasen viljelyyn on lisääntynyt varsinkin maidontuottajien keskuudessa. Tästä syystä lisätiedon saaminen sinimailasen käytön mahdollisuuksista eläinten ruokinnassa on ajankohtaista. Oppinäytetyö perustuu Luonnonvarakeskus (Luke) Maaningalla toteutettavaan ruokintakokeeseen. Työssä selvitetään sinimailasrehun vaikutuksia lypsylehmien ruokinnassa.

Luken ruokintatutkimus on osa Nurmet Rahaksi (NuRa) -hanketta. Hanke perehtyy keinoihin, joilla on mahdollista parantaa ja ylläpitää nurmenviljelyn kannattavuutta sekä kilpailukykyä. Hankkeessa keskitytään myös vastavuoroiseen tiedonvaihtoon tutkimuksen, koulutuksen, viljelijöiden ja neuvonnan välillä. Hanke toimii Pohjois-Savon alueella, ja sitä koordinoi Luonnonvarakeskus. Lisäksi hankkeen toteuttajina ovat Savonia-ammattikorkeakoulu ja ProAgria Pohjois-Savo.

Oppinäytetyön tavoitteena on saada vähennettyä lypsylehmien ruokinnassa käytettävän rypsin määrää sinimailasrehun avulla, jotta valkuaisomavaraisuusastetta saataisiin parannettua. Tarkoituksena on, että sinimailasrehulla korvataan osa nurmirehusta, jonka vaikutukset maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön selvitetään. Näitä asioita tarkastellaan ruokintakokeesta saatujen tuloksien avulla.

## 2 SINIMAILASEN VILJELY

Pohjankallion (1941) mukaan sinimailasen viljely Suomessa rajoittui muutamiin kokeiluluontoisiin nurmiin 1940-luvun vaihteessa. Sinimailasta yritettiin viljellä koeluontoisesti jo vuonna 1913, mutta koe epäonnistui täydellisesti. Yhtenä syynä epäonnistumiselle pidettiin sitä, että Suomen maaperässä ei ole luonnostaan sinimailasen tarvitsemia juurinystryäbakteereja. Myöhemmin vuonna 1926 tehdyissä kokeissa sinimailasesta saatiin satoa bakteeriympäyksen avulla.

Sinimailasen viljelypinta-alan kehitystä Suomessa on hanka arvioida, sillä se ei ole mukana Luonnonvarakeskuksen tekemässä tilastoinnissa. Käytännön Maamies -lehti (2017) on kuitenkin tehnyt selvityksen erikoiskasvien viljelypinta-aloista. Kyseisen selvityksen mukaan Suomessa mailasia viljeltiin noin 162 hehtaarin pinta-alalla vuonna 2016. Selvityksestä ei käy kuitenkaan ilmi, mikä on juuri sinimailasen osuus kyseisestä pinta-alasta eikä se, ovatko kasvuston puhtaita, seoskasvustoja vai monilempia.

Sinimailanen (*Medicago Sativa L.*) on monivuotinen nurmipalkokasvi. Se on yksi maailman tärkeimpiä nurmipalkokasveja, ja siitä syystä sitä kutsutaankin usein rehukasvien kuningattareksi. (Jaakkola, Nyholm ja Korhonen 2013.) Sinimailanen on melko vaateliias, mutta oikeissa kasvuolosuhteissa sen sadontuottokyky on hyvä ja sinimailanen pystyy tuottamaan suuria satoja kuivissakin olosuhteissa. Sinimailanen kasvaa 30–90 senttimetriä korkeaksi ja sen kukat ovat sinipunaiset. Sinimailasella on voimakas paalujuuri, joka ulottuu parhaimmillaan yli metrin syvyyteen. Vahvan juuriston ansiosta sinimailasella on maan rakennetta parantava vaikutus. (Britannica 2017.)



KUVA 1. Sinimailanen (Laatikainen 2017-08-29b.)

Nurmipalkokasveja hyödynnetään maataloustuotannossa niiden symbioottisen typensidontakyvyn, suuren valkuaissadon ja maan rakennetta parantavien vaikutusten vuoksi. Symbioottista typensidontakykyä kutsutaan biologiseksi typensidonnaksi. (Kurtto 1982, 3.) Typensidontakyky perustuu juurinyrstyöissä elävien *Rhizobium*-suvun bakteereihin. Isäntäkasvin yhteyttämistuotteiden energian avulla bakteerit muuntavat ilmakehän typpeä ( $N_2$ ) kasveille käyttökelpoiseen muotoon ammoniumtypeksi ( $NH_4^+$ ). Typensidontapotentiaali vaihtelee eri palkokasveilla satotason ja typensidontatehon mukaan. Sinimailanen kykenee sitomaan typpeä 30–300 kiloa hehtaarilta vuodessa. (Uomala 1986, 9–11.)

Biologinen typensidonta käynnistyy kun kasvualustan lämpötila ylittää +7 celsiusastetta ja se on tehokkaimmillaan maan lämpötilan ollessa +15–25 astetta. Biologisen typensidonnan tehokkuus varmistetaan pellon hyvällä vesitaloudella ja sopivalla pH:lla. (Kotimäki 2016.) Typensitojabakteerit muodostavat paljon juurinyrstyöitä, kun maassa on runsaasti ilmaa, vähän liukoista typpeä ja maan pH on 6–7 (Ylhänen 2012, 21). Aktiivisen typensidonnan vaiheessa juurinyrstyöt ovat väriltään vaaleanpunaisia. Typensidonta varmistetaan siemenen ympäämisellä, eli siemen tartutetaan sopivalla *Rhizobium*-bakteerilla. (Kotimäki 2016-05-02.)

Suomessa sinimailasen menestymiseen vaikuttaa pitkälti viljelyvarmuus. Viljelyvarmuudella tarkoitetaan tiettyä etukäteisvarmuutta kasvin sadon laadullisesta ja määrällisestä tasosta tunnetuissa vilje-

lyolosuhteissa. Viljelyvarmuuteen vaikuttavat samat tekijät, jotka vaikuttavat myös sadon muodostumiseen ja määrään. (Kurtto 1982, 4.)

## 2.1 Kasvupaikkavaatimukset ja perustaminen

Kasvupaikan valinnalla on suuri merkitys siihen, miten sinimailanen menestyy. Hyvällä kasvupaikalla se tuottaa yleensä runsaan sadon. Sinimailanen menestyy parhaiten ilmastilla ja hyvärakenteisilla kivennäismailla. Suomessa sinimailasta suositellaan viljeltäväksi pelloilla, joiden pH on 6–7. Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan sinimailanen tuottaa kuitenkin parhaan sadon, kun maan pH on 6,7–6,9. Sinimailanen on vaativa kasvi, ja se kärsii herkästi liiasta kosteudesta, joten pellon vesitalouden on oltava kunnossa ja pohjaveden riittävän syvällä. Liian märkä kasvualusta altistaa sen erilaisille kasvitaudeille, pienentää rehusatoa ja voi tappaa jo taimettuneita kasveja. (Ylhäinen 2012, 21; Undersander, Renz, Sheaffer, Shewmarker ja Sulc 2015, 6.)

Rikkakasvien torjunnan kannalta perustaminen tulisi tehdä suojaviljaan, mutta se ei ole välttämätöntä. Sinimailasen kasvurytmi on nopea alkukehityksen jälkeen, minkä ansiosta se kilpailee tehokkaasti rikkakasvien kanssa ja tukahduttaa ne viimeistään seuraavana kasvuvuonna. (Ylhäinen 2012, 19–21.) Suomessa sinimailasta viljellään yleensä heinäkasvien kanssa seoksina, pelkkää sinimailasta sisältävät kasvustot ovat harvinaisempia (Mäkinen, Javanainen, Lappalainen, Niskanen ja Seppänen 2016).

Sinimailanen sitoo itse ilmasta tarvitsemansa typen *Rhizobium*-bakteerisymbioosin avulla, joten yleensä erillistä typpilannoitusta ei tarvita. Maassa olevat suuret typpimäärät voivat jopa vähentää typensidonnan määrää, koska kasvien on energiataloudellisesti tehokkaampaa ottaa typpi maaperästä. Vähäravinteisille maille voi antaa maan ravinnetarpeen mukaan fosforia ja kaliumia. (Undersander ym. 2011, 20–21.)

## 2.2 Sadonkorjuu ja satotaso

Suomalaisissa viljelyohjeissa sinimailaselle suositellaan kahta niittoa kasvukaudessa. Viljelijäkokeemukset ovat kuitenkin osoittaneet, että kolme niittoa on myös mahdollista, mikäli sää sen sallii. Sinimailaspelloille ei kuitenkaan kannata mennä, jos kasvusto ja maa ovat märkiä. Märän pellon tullaaminen aiheuttaa sinimailaselle kasvustovaurioita ja voi hävittää sen lohkoilta. (Ylhäinen 2012, 19–21.)

Sinimailasen niittoajankohta vaikuttaa merkittävästi sadon määrään ja laatuun sekä kasvuston talvehtimiseen ja pitkäikäisyyteen. Perustamisvuonna sinimailaskasvuston sadonkorjuu tehdään vain elokuussa. Muina vuosina sinimailasnurmien niitto suositellaan tehtäväksi nuppuvaiheen lopulla, kukinnan alkupuolella. Niitettäessä säntä on hyvä jättää 5–8 sentin korkuiseksi. (ProAgria s. a.)

Luonnonvarakeskuksen Ylistaron toimipisteessä on tutkittu puhtaan sinimailaskasvuston sadontuotokykyä. Ensimmäisenä satovuonna sinimailasesta saatiin kolmen korjuukerran strategialla keski-



määrin 9 250 kiloa kuiva-ainetta hehtaarilta. Saman kokeen ensimmäisen ja toisen niiton satotaso oli yhteensä keskimäärin 7 310 kiloa kuiva-ainetta hehtaarilta. (Mäkinen ym. 2016.)

### 2.3 Yleisimmät kasvitaudit

Sinimailasen, kuten muidenkin nurmipalkokasvien, tuhoutumisen syynä ovat usein talvehtimisvauriot ja kasvitaudit. Sinimailasen elinikään vaikuttavat suuresti ympäristötekijät, ja kasvin ikä on hyvin harvoin syynä sen häviämiseen. Kasvitaudeista suurimmat tuhojen aiheuttajat ovat apilamätä ja juurilaho. (Kurtto 1982, 1–6.)

Apilamätä on yleinen kasvitauti, ja sitä esiintyy kaikilla apilaviljelyalueilla. Apilamätä on erikoistunut nurmipalkokasveihin, mutta sitä tavataan myös muissa kasveissa. Kasvustossa apilamätä ilmenee usein pesäkkeinä, jossa kasvit nuupahtavat kasaan ja mätänevät kokonaan pois. Sieni voi iskeä myös juurentyveen ja mädännyttää sen. Kasveihin kehittyy harmahtavaa homekasvustoa, johon kasvaa valkoisia rihmastokasaumia ja kirkkaita nestepisaroihin. Vanhetessaan kasaumat kovettuvat muutaman millimetrin paksuisiksi rihmastopakkoiksi. Apilamätä kasvaa parhaiten, kun ilman suhteellinen kosteus on lähellä 100 prosenttia, joten sen kehittyminen on riippuvaista syksyn sateisuudesta ja kosteudesta. Sienen kasvulle ihanteellinen lämpötila on 15–20 celsiusastetta, mutta se kasvaa myös nollassa asteessa. Jos runsas lumikerros tulee routaantumattoman maan päälle, lumikerroksen alla olosuhteet muodostuvat otolliseksi talvituhoisien kehitymiselle. (Ahvenniemi 2012, 130.)

Juurilahoa aiheuttavat maassa elävät sienet. Ne voivat tuhota maan alla kasvuun lähteviä sirkkaimia sekä tappaa nuoria taimia. Vanhempiin kasveihin juurilahosienet tunkeutuvat usein haavoista, joita syntyy roudan, niiton tai tallauksen yhteydessä. (Ahvenniemi 2012, 132.) Juuren lahoaminen voi olla koko juuristossa tai johonkin osaan paikallistunutta. Juurilaho heikentää yleensä kasvua tai johtaa jopa kasvin kuolemaan. (Kurtto 1982, 9.)

### 2.4 Talvituhojen aiheuttajat

Yksi merkittävimmistä sinimailasen menestymisen edellytyksistä on sen onnistunut talvehtiminen. Talvehtimiseen vaikuttavat kasvin kyky karaistua sietämään kylmää, juuren vararavinto sekä erilaiset fysiogeeniset talvehtimisvauriot. (Kurtto 1982, 22.) Talvenkestävyys tulee huomioida myös lajikevalinnassa. Tämä korostuu etenkin vähälumisena ja lämpimänä talvena, koska silloin kasvikuolemia on yleisesti enemmän. (Anttila-Lindeman 2005.)

Sinimailanen, kuten kaikki muutkin monivuotiset kasvit, tarvitsee karaistumisjakson valmistuakseen talven tuloon. Karaistumisella tarkoitetaan kasvin kykyä siirtyä lepotilaan eli horrokseen. Syksyllä karaistumisen tärkein tekijä on lämpötilan lasku 5–6 asteeseen. Karaistuminen kuitenkin jatkuu ja syvenee lämpötilan laskiessa muutaman asteen pakkaselle. Sinimailasen karaistuminen jatkuu vielä lumen alla, ja karaistuminen saavuttaa maksimin helmi-maaliskuussa. Kasvien parhaassa mahdollisessa karaistumisessa on suurta vaihtelevuutta talvien välillä ympäristötekijöiden mukaan. (Kurtto 1982, 23–24.) Sinimailasen karaistuminen onnistuu paremmin kuivissa kuin märissä olosuhteissa. Myös riittävä kalsiumpitoisuus vaaditaan hyvään karaistumiseen, sillä karaistumisgeenien aktiivisuut-

ta säätelee kalsium. (Ylhäinen 2012, 23.) Lisäksi kasvin ikä vaikuttaa karaistumiseen, 2–3 vuoden ikäiset sinimailaset karaistuvat nuoria paremmin (Kurtto 1982, 24).

Sinimailasella on voimakas pääjuuri, joka toimii vararavintovarastona kasvuun ja talvehtimisen ajan elintoimintoihin. Sinimailanen kerää kesän aikana juureen hiilihydraatteja, joita se käyttää niiton jälkeen uuden yhteyttävän lehtipinta-alan kasvattamiseen. Syksyllä yhteyttäminen hidastuu valon määrän vähetessä ja lämpötilan laskiessa. Sinimailasen tulisi kasvaa 15–20 sentin korkeuteen ennen talven tuloa, jotta sen vararavintovarastot kehittyvät riittävän suuriksi. Tämän perusteella viimeinen niitto tulisi tehdä elokuun puolivälissä. Vararavintovarastojen pitää olla täynnä, jotta kasvit kykenevät karaistumaan kunnolla ja energiaa riittää talven elintoimintoihin sekä kevään kasvuunlähtöön. (Kurtto 1982, 22.)

Ilmastotekijät voivat aiheuttaa erilaisia vaurioita sinimailaskasvustoon. Yleisimmät niistä ovat pakkas-, jää-, rouste-, vesi- ja kuivumisvauriot. Pakkasvaurioita esiintyy syksyisin sekä keväisin, ja ne ovat ankarimpia lumettomina kausina. Mikäli pakkasta tulee syksyllä aikaisin ennen kuin kasvit ovat ehtineet karaistua riittävästi, pakkasvaurioiden riski on silloin suurempi kuin karaistumisen jälkeen tulleen pakkasen aiheuttamat vauriot. Myös keväällä esiintyvä pakkas voi aiheuttaa pakkasvaurioita, jos kasvit ovat ehtineet jo menettää karaistumisensa. Lisäksi jää voi aiheuttaa sinimailaselle vaurioita. Jää läpäisee huonosti happea ja hiilidioksidia, jolloin kasvien elintoiminnot estyvät. Myös seisova vesi estää kasvien hengittämisen ainakin osittain ja näin vaurioittaa kasveja. (Kurtto 1982, 25–27.)

Rouste aiheuttaa vaurioita, kun veden kyllästämä maa jäätyy ja välillä sulaa. Rouste nostaa kasveja juurineen maasta, jolloin juuret voivat venyä ja katkeilla. Rousteen vaurioittamat kasvit ovat alttiita kuolemaan kuivuuteen kevättauulten ja auringon vaikutuksesta. Juuristo on heikoimmillaan kasvien ensimmäisenä talvena, joten rousteen aiheuttamat tuhot voivat olla suuria. Yhtenäinen kasvipeite ehkäisee rousteen muodostumista, ja maan ominaisuudet vaikuttavat rousteen esiintymiseen. (Kurtto 1982, 28.)

## 3 SINIMAILANEN REHUKASVINA

Sinimailanen on hyvä rehu lypsylehmille, sillä se on maittava ja sisältää runsaasti hyvin sulavia ravintoaineita. Sinimailanen sopii hyvin täydentämään muita rehuja lypsykarjan ruokinnassa sen alhaisen kuitupitoisuuden ja runsaan valkuaisen takia. (Martin 2008.) Nurmikasvien lisääminen rehuseokseen tasapainottaa sinimailasen valkuaispitoisuutta, nopeuttaa rehun sulavuutta ja samalla typen hyväksikäyttö paranee (Tuori ja Syrjälä-Qvist 2001).

Nopeasti sulava rehu lisää virtausnopeutta pötsissä, jolloin eläimen syöntikyky lisääntyy (Rinne 2014). Syöntikyky kuvaa sitä, kuinka paljon lehmä kykenee syömään päivässä rehun kuiva-ainetta. Kuiva-aineen syöntikyky vaihtelee lehmän koon, lypsykauden vaiheen, yksilöllisten ominaisuuksien ja rehun koostumuksen mukaan. (Kyntäjä ym. 2010, 41.) Tutkimuksissa on osoitettu sinimailasen lisäävän rehun kuiva-aineen syöntiä (Jaakkola, Nyholm ja Korhonen 2013). Bertilsson, Richard, Dewhurst ja Tuori (2001, 39–44) ovat havainneet säilörehun kuiva-aineen syönnin lisääntyneen 2,4 kiloa verrattuna nurmiheinäsäilörehuun.

Sinimailasrehu sisältää yleensä enemmän kalsiumia, kaliumia, magnesiumia, rautaa ja sinkkiä kuin nurmiheinät. Kivennäisaineiden pitoisuudet ovat suurimmillaan aikaisin korjatussa rehussa. (Amarai-Phillips 2001.) Taulukosta 1 selviää sinimailassäilörehun kalsiumpitoisuuden olevan selvästi suurempi kuin heinäkasvisäilörehussa. Kivennäisillä on kuitenkin suhteellisen alhainen taloudellinen arvo verrattuna energiaan ja valkuaiseen, sillä niitä voidaan edullisesti täydentää epäorgaanisista lähteistä (Robinson 1998).

TAULUKKO 1. Sinimailasrehun ja heinäkasvisäilörehun sisältämät kivennäisaineet (Luke 2015.)

	grammaa/milligrammaa kilossa kuiva-ainetta	Sinimailassäilörehu, 1. sato, nuppuaste	Heinäkasvisäilörehu, 1. sato, aikainen/normaali korjuu
Kalsium (Ca)	g/kg ka	14	3,8
Magnesium (Mg)	g/kg ka	2,2	1,7
Kalium (K)	g/kg ka	31	31
Rikki (S)	g/kg ka	2,0	2,0
Rauta (Fe)	mg/kg ka	190	180
Sinkki (Zn)	mg/kg ka	63	31

Umpilehmien kivennäistarve poikkeaa paljon lypsykauden kivennäistarpeesta. Poikimahalvauksen riskiä voidaan pienentää kun kalsiumin saantia rajoitetaan umpikaudella. Menetelmä toimii hyvin, kun kalsiumin saanti on vähemmän kuin 40 grammaa vuorokaudessa. Sinimailasrehu sisältää runsaasti kalsiumia, joten sitä ei suositella umpilehmien rehuksi. (Saarijärvi 2013, 17.)

Sinimailasen ravitsemuksellinen laatu perustuu ensisijaisesti sadonhallintaan. Sen koostumus ja kuiva-aineen sulavuus riippuvat kasvin kehitystasesta sadonkorjuuhetkellä. Sinimailasta hyödynnetään pääasiassa säilörehuna, kuivaheinänä ja ladunkasvina. (Martin 2008.) Sinimailanen on myös hyvä

laidunkasvi, vaikka sitä Suomessa vieroksutaankin. Se kestää tehokastakin laidunnusta, kunhan sen annetaan olla rauhassa heti syötön jälkeen. (Ellä 2016-05-25.)

Sinimailaskasvustoa laidunnettaessa huomioon tulee ottaa kuitenkin sen syöttöajankohta. Puhaltumisen riski on suurin jos laitumena käytetään nuorta kasvustoa, sillä silloin kuitukoostumus ja liukoinen tyyppi ovat hyvin sulavia. Kun kasvi kypsyy, sen kuitukoostumus muuttuu ja valkuaistaso pienenee. Sinimailaskasvustoa tulisi laiduntaa aikaisintaan varhaisen kukinnan vaiheessa, jolloin riski puhaltumiseen pienentyy merkittävästi. Puhaltumisen vaaraa voi myös pienentää sillä, että eläimet lasketaan laitumelle kylläisinä. Valkuaistasot voivat olla haitallisen korkeita myös aamuisin, joten laiduntaminen olisi hyvä aloittaa vasta aamukasteen haihduttua. (Manitoba 2006.)

### 3.1 Rehun energia ja säilönnällinen laatu

Märehtijöillä rehujen muuntokelpoisen energian yksikkönä käytetään megajoulea (ME MJ). Orgaanisen aineen sulavuus on perusta karkearehujen energia-arvon määrittämiseen, sillä vain sulava osa rehusta tuottaa eläimille energiaa. Sulavaa orgaanisen aineen määrää rehussa kuvataan D-arvolla. (Rinne ja Nousiainen 2010, 76–77.)

Märehtijän tärkein energianlähde on rehujen hiilihydraatit. Rehukasvien kuiva-aineesta suurin osa on hiilihydraatteja, jotka jaetaan solunsisällyshiilihydraatteihin eli tärkkelykseen ja sokereihin, ja solunseinähiilihydraatteihin eli kuituun. (Jaakkola 2010, 55.) Eteenkin lypsykauden alussa lehmät kärsivät usein negatiivisesta energiataseesta. Kun lehmä ei saa rehuista tarpeeksi energiaa, joutuu se käyttämään kudosvarantojaan lisäenergianlähteenä. Pitkään kestävä energiavaje johtaa usein heikentyneeseen hedelmällisyyteen ja lisääntyneeseen sairastavuuteen. (Mäntysaari, Kokkonen ja Lidauer 2016.)

Sinimailanen on erinomainen energianlähde. Se sisältää yleensä 25–30 prosenttia kuiva-aineesta hyvin sulavia hiilihydraatteja kuten sokereita, tärkkelystä ja pektiinejä, joita pötsimikrobit käyttävät energianlähteenään. (Amarai-Phillips 2001.) Rehuannoksen hiilihydraatit sulavat pääasiassa pötsissä, joista mikrobikäymisen ansiosta muodostuu haihtuvia rasvahappoja VFA (*volatile fatty acids*), metaania ja hiilidioksidia. (Vanhatalo 2010, 25–26.)

Neutraalidetergenttikuitu, eli NDF ilmaisee rehun kokonaiskuitupitoisuuden. NDF-kuidun sulamatonta osaa kuvaa iNDF, joka koostuu lähinnä ligniinistä, joita pötsimikrobit eivät pysty hajottamaan. (Mustonen 2013.) NDF-Kuitu on usein ravitsemuksellinen osa, joka rajoittaa lypsylehmän kuiva-aineen saantia. Tämä johtuu siitä, että kuitu hajoaa pötsissä melko hitaasti. NDF toimii rajoittavana tekijänä muulle ravinnolle siihen asti, kunnes se on hajotettu pötsissä. (Robinson 1998.) Sinimailasen kuitupitoisuus on yleensä pienempi kuin heinäkasveilla, mutta sulamattoman kuidun osuus on kuitenkin suurempi, koska kuiturakenne on enemmän lignifioitunut kuin heinäkasveilla. (Jaakkola ym. 2013.)

Rehun säilönnällisestä laadusta kertoo paljon sen tuoksu ja ulkonäkö. Sopiva happamuus estää rehun pilaantumisen. Tavoiteltu pH vaihtelee rehun kuiva-aineen määrän mukaan, mutta sen tulisi kui-

tenkin olla aina alle 4,5. Sokereiden käymistuotteena syntyy maitohappoa, muurahaishappo on peräisin säilöntäaineesta, näiden tavoitearvo rehussa on happosäilönnällä 35–60 grammaa kilossa kuiva-ainetta. Haihtuvat rasvahapot kuvastaa rehun virheikäymistä, niiden tavoitearvo on alle 10 grammaa kilossa kuiva-ainetta. Voihappo on haihtuvista rasvahapoista ikävin, sillä se aiheuttaa muun muassa sivumakua maitoon. Sokerin määrä kuvaa säilönnän onnistumista, ja usein sen alhainen pitoisuus viittaa virheikäymiseen. Tavoitearvo rehun sokerille on 50–150 grammaa kilossa kuiva-ainetta. (Kakriainen-Rouhiainen s. a.)

Ruokintakokeissa tuotoseroihin vaikuttaa aina se, minkälainen on kontrollirehun käymislaatu ja sulavuus. Suomessa on mahdollista tuottaa laadukasta nurmiheinäsäilörehua. Vertailut sinimailasen ja hyvälaatuisen nurmiheinärehun välillä ovat kuitenkin vähäisiä niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. (Jaakkola ym. 2013.)

### 3.2 Rehun valkuainen

Eläinten kudokset ja elimet rakentuvat valkuaisaineista, ja ne ovat välttämättömiä eläimen kaikissa elintoiminnoissa (Jaakkola, Rinne ja Nousiainen 2010, 11). Valkuaisen saanti vaikuttaa eläimen kykyyn tuottaa maksimaalisen määrän maitoa. Valkuaisruokinta tulisi kuitenkin suunnitella vastaamaan eläimen tarpeita, koska liiallinen valkuaisen saanti lisää ravinnekuormitusta sekä kustannuksia. (Rinne ja Nousiainen 2010, 79.) Typpipäästöjä tapahtuu sonnan- ja virtsanerityksen kautta. Suomalaisissa kokeissa lypsylehmien typen hyödyntäminen maidontuotantoon on ollut keskimäärin noin 28 prosenttia. (Nousiainen, Kytölä, Khalili ja Huhtanen 2003, 28–30.)

Rehun OIV-arvo mittaa ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen eli aminohappojen määrää. Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen (OIV) koostuu mikrobivalkuaisesta sekä rehuvalkuaisen pötsissä hajoamattomasta osasta, eli ohitusvalkuaisesta. Ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen eläin voi käyttää ylläpitoon ja tuotantoon. (Mälkiä, Kyntäjä ja Aspila. 2006, 30.) Sinimailanen sisältää yleensä raakavalkuaista enemmän kuin perinteiset nurmirehut (taulukko 2). Lisäksi sen sisältämästä valkuaisesta suhteellisen pieni osuus hajoaa pötsissä. Ohitusvalkuaisen määrä on yleensä 25–35 prosenttia raakavalkuaisen kokonaismäärästä. (Robinson 1998.)

TAULUKKO 2. Rehujen koostumus ja rehuarvot (Luke 2015.)

	grammaa kilossa kuiva-ainetta	Sinimailassäilörehu, 1. sato, nuppuaste	Heinäkasvisäilörehu, 1. sato, aikainen/normaali korjuu
Kuiva-aine	g/kg	230	250
Raakavalkuainen	g/kg ka	210	160
NDF-kuitu	g/kg ka	-	550
Tuhka	g/kg ka	110	80
ME	MJ/kg ka	9,6	11,0
OIV	g/ kg ka	81	84
PVT	g/kg ka	92	35
D-arvo	g/kg ka	600	690

Pötsin valkuaiaste (PVT) kertoo pötsissä hajoavan rehuvalkuaisen riittävyden pötsimikrobien tyypentarpeeseen. Energian ja valkuaisen suhdetta pötsissä mitataan pötsin valkuaiasteella. Typen hyväksikäytön vuoksi, koko rehuannoksen PVT-arvon tulisi olla lähellä nollaa, jolloin ohutsuoleen virtaa mikrobivalkuaista odotetusti, eli rehujen OIV-arvot toteutuvat. (Rinne ja Nousiainen 2010, 80.)

### 3.3 Haitalliset aineet

Hyvien ominaisuuksien lisäksi palkokasvit sisältävät myös haitta-aineita. Haitta-aineiden vaikutukset, ja niiden pitoisuudet ovat erilaiset riippuen palkokasvista ja lajikkeesta. Vaikuttavia tekijöitä ovat myös ympäristö, rehua syövä eläinlaji, ja sen tuotosvaihe sekä ikä. (Puhakka, Jyrinki ja Vanhatalo 2012, 178.) Runsaasti nurmipalkokasveja sisältävän ruokinnan riskeinä voivat lähinnä olla puhaltuminen sekä kasviestrogeenit (Syrjälä-Qvist 2001).

Myös sinimailasessa on eläimille haitallisia yhdisteitä. Kasviestrogeenit voivat aiheuttaa naudoille tiilapäisiä hedelmällisyysongelmia. Naudat kuitenkin kestävät kasviestrogeenien haittavaikutuksia paremmin kuin esimerkiksi lampaat. Kasvien estrogeenipitoisuuksiin vaikuttavat lajike, sää ja kasvuaste. Niiden pitoisuudet vaihtelevat ollen yleensä alkukesällä ja syksyllä korkeammalla, kun taas kesäkesällä estrogeenipitoisuudet ovat alhaisemmat. (Syrjälä-Qvist 2001.) Sinimailanen sisältää myös saponiineja, jotka voivat aiheuttavat pötsin sisällön vaahtoamista, ja sitä kautta eläimen puhaltumisen. Säilörehuruokinnalla puhaltumisen vaaraa ei kuitenkaan ole. (Puhakka ym. 2012, 178.)

Haitta-aineiden vaikutuksia voi kuitenkin osittain hallita. Kasvien jalostuksella on saatu lajikkeita, joiden kasviestrogeenipitoisuus on pienempi. Saponiinit aiheuttavat ongelmia lähinnä laidunnuksessa. Saponiinien vuoksi puhtaat palkokasvikasvustot eivät sovellu hyvin laidunnettavaksi, vaan laidunnukseen soveltuu paremmin palkokasvi-nurmiseoskasvustot. (Peltonen 2011, 26.)

### 3.4 Vaikutus maidontuotantoon

Lehmän syömä kuiva-aineen määrä on selvässä yhteydessä tuotetun maitomäärän kanssa (Kyntäjä ym. 2010, 41). Ruokintakokeissa sinimailasen on todettu nostavan maitotuotosta. Eräässä kokeessa maitotuotos lisääntyi keskimäärin 1,4 kiloa päivässä nurmiheinärehuruokintaan verrattuna. (Bertilsson ym. 2001, 42.)

Pötsissä hajonneesta rehuvalkuaisesta pötsimikrobit muodostavat lehmälle käyttökelpoista mikrobi-alkuaista, aina niin paljon kuin rehun energian avulla pystyvät. Maksa muuttaa lopun pötsissä hajonneesta rehuvalkuaisesta ureaksi. Suurin osa ureasta menee virtsaan, osa palautuu takaisin pötsiin, ja pieni osa päättyy maitoon. Kun pötsissä vapautuva energia ja valkuainen ovat suhteessa toisiinsa, sitä vähemmän tyypeä kulkeutuu ureana virtsaan. (Kytölä, Khalili ja Huhtanen 2000.)

Ruokinnan energia-valkuaisuhdetta voidaan arvioida maidon ureapitoisuuden avulla. Korkea maidon ureapitoisuus on merkki siitä, että pötsissä hajoavaa valkuaista on liikaa suhteessa energian määrään. Liian alhainen ureapitoisuus puolestaan kertoo sen, että pötsissä hajoavasta valkuaisesta on puutetta suhteessa energiamäärään. Maidon ureapitoisuus on suuriltaosin riippuvainen säilörehun raakavalkuaispitoisuudesta. Yleisesti säilörehu- ja laidunruokinnolla normaalina ureatasona pidetään 25–35 milligrammaa desilitrassa. Urealuvun noustessa yli 40 milligrammaan desilitrassa, voi siitä aiheutua hedelmättömyyttä, ja rehussa on silloin yleensä liikaa valkuaista. (Nousiainen, Vanhatalo ja Nokka 2010, 123–128.) Suomen tuotosseurantaan kuuluvien karjojen keskimääräinen maidon ureapitoisuus oli 27,6 milligrammaa sadassa millilitrassa vuonna 2017 (Huhtamäki 2018).

## 4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Nurmet Rahaksi -hankkeen sinimailasruokintakokeen toteuttaja on Luonnonvarakeskus (Luke) Maa-  
ninka. Luonnonvarakeskus tuottaa asiakkailleen tutkittuun tietoon pohjautuvia palveluita ja ratkaisui-  
ja. Palvelut ja tutkimustulokset auttavat edistämään luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja biotaloutta.  
Tutkimusta tehdään maatalouden, metsän sekä riista- ja kalatalouden alueilla. (Valtionkonttori  
2017.)

Ruokintakokeen tarkoituksena on selvittää nurmirehun osittaisesta korvaamisesta sinimailasrehulla  
aiheutuvat vaikutukset maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön. Lisäksi tarkastelussa on muka-  
na rehunkulutus ja maidon koostumus. Näiden tietojen avulla tavoitteena on saada vastaus siihen,  
voidaanko lypsykarjan ruokinnassa käytettävää rypsiä osittain korvata sinimailasseosrehun avulla.

Tilastollinen analyysi tehtiin SAS-ohjelmistolla käyttäen Mixed-proseduurin varianssianalyysia. Kiin-  
teinä muuttujina käytettiin koejaksoa ja ryhmää, satunnaismuuttujana lehmää. Koekäsittelyiden väli-  
set erot testattiin kontrasteilla: nurmikontrolli vastaan sinimailaset ja matalan valkuaistäydennyksen  
sinimailasen vastaan normaalin valkuaistäydennyksen sinimailanen.

### 4.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Kyseessä on tutkimuksellinen opinnäytetyö, jossa käytetään kvantitatiivista tutkimusmenetelmää.  
Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimusmenetelmä on tutkimustapa, jossa tietoa tarkastellaan nu-  
meroiden avulla. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tarkastellaan syy- ja seuraussuhteita, luokitteluita,  
numeerisia tuloksia sekä vertailuja. Kvantitatiiviseen menetelmäsuuntaukseen sisältyy tilastollisia ja  
laskennallisia analyysimenetelmiä. (Vilkkä 2007.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä on muun muassa aiempien tutkimuksien johtopäätökset ja  
aiemmat teoriat. Tutkimuksessa koejärjestelyn tai aineiston keruun suunnitelmat järjestetään niin,  
että havaintoaineisto soveltuu numeeriseen mittaamiseen. Lisäksi muuttujia käsitellään taulukko-  
muodossa ja aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Lopuksi päätelmät tehdään ha-  
vaintoaineistoon perustuen, käyttäen apuna tilastollisia testauksia. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara  
2009, 140.)

Tilastollisesta testauksesta saadaan tulokseksi p-arvo, joka ilmaisee, onko ryhmien välinen ero tilas-  
tollisesti merkitsevä. Mitä pienempi p-arvo saadaan, sitä varmemmin ryhmien välinen ero ei ole  
pelkkää sattumaa. Usein p-arvoa 0.05 pidetään merkitsevyyden rajana, joten mikäli p-arvo on 0.05  
tai pienempi, tulkitaan erot ryhmien välillä merkitseviksi. (KvantiMOTV 2003.)

### 4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Luotettavuutta voidaan arvioida erilaisilla mittaus- ja tutkimustavoilla. Tutkimuksen mittaustulosten  
toistettavuutta kuvaa reliiäbelius. Eli jos kokeessa käytetään esimerkiksi liian pientä eläinmäärää,



eroja ei saada selville vaikka niitä todellisuudessa esiintyykin. (Heikkilä 2014.) Kyseessä on siis tutkimuksen luotettavuus. Tutkimus on tarkka ja luotettava, kun mittaus toistetaan ja saadaan sama tulos riippumatta tutkijasta. Lisäksi on kehitetty erilaisia tilastollisia menetelmätapoja, joiden avulla mittareiden luotettavuutta voidaan arvioida. (Hirsjärvi ym. 2009, 231.)

Validiudella tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Validiteetin laskemisessa tai arvioinnissa mittaustulosta verrataan vain todelliseen tietoon mitattavasta ilmiöstä. Tämä tapa liittyy perinteiseen positiiviseen näkemykseen, jossa tutkimusmenetelmiä apuna käyttäen tavoitellaan totuutta havaintojen, kokeiden ja mittausten avulla. Mikäli mittaustulos osoittaa, että saatu tieto vastaa vallitsevaa teoriaa, tai pystyy tarkentamaan tai parantamaan sitä, voidaan todeta, että tulos on validi. (Anttila 2007b; Hirsjärvi ym. 2009, 231.)

Tutkijan roolissa eettinen käyttäytyminen merkitsee muutakin kuin ilmiselviä asioita, kuten rehellisyyttä ja luotettavuutta muita ihmisiä kohtaan. Tutkijan täytyy olla rehellinen myös itselleen. Tutkimuksen tuloksiin eivät saa vaikuttaa omat toiveet, oletukset ja intressit. Tutkimuksen tulee olla luotettava ja siitä on pyrittävä karsimaan muun muassa huolimattomuudesta, vääristä tulkinnoista ja heikoista mittaustuloksista johtuvat virheet ja heikkoudet. (Anttila 2007a.)

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksessa pyritään käyttämään vain tunnettuja ja luotettavia lähteitä, jotta tiedot olisivat mahdollisimman luotettavia. Ruokintakokeen ovat suunnitelleet Luonnonvarakeskuksen asiantuntijat, ja se toteutetaan Maaninnan toimipisteen tutkimuspihatossa. Tutkimuksessa tehtävät toimenpiteet pyritään tekemään tutkimussuunnitelman mukaisesti, jotta mahdollisilta virheiltiltä välttyttäisiin. Tutkimuksessa tarkastellaan sinimailasen vaikutuksia rehunkulutukseen, maitotuotukseen ja rehun hyödyntämiseen nurmirehuun verrattuna. Kokeen rehu- ja maitonäytteet lähetetään analysoitavaksi laboratorioon, jotta tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Tulosten merkittävyyttä analysoidaan p-arvon avulla. Tuloksissa merkitsevyydet ilmoitetaan seuraavasti:  $p < 0,001$  on erittäin merkitsevä ero,  $p < 0,01$  on hyvin merkitsevä,  $p < 0,05$  merkitsevä ja  $p < 0,1$  on suuntaa-antava ero.

#### 4.3 Ruokintakokeen toteutus

Ruokintakoe toteutettiin ajalla 27.9.–8.11.2017. Koe-eläiminä oli yhteensä 48 alku- ja keskituotoskauden lypsylehmää. Lehmien poikimisesta oli kulunut kokeen alkaessa keskimäärin 138 päivää (keskihajonta 84 päivää) ja keskimääräinen maitotuotos oli 34,8 kiloa päivässä keskihajonnan ollessa 7,7 kiloa. Kokeen ajan lehmät olivat erillisellä koeosastolla, missä oli Insentec-ruokintakupit (kuva 2). Insentec-kupeissa on järjestelmä, mikä tunnistaa syömään tulevan lehmän ja avaa ruokintaessteen kupille. Kupit punnitsevat rehun määrän ennen ja jälkeen lehmän syönnin, jolloin saadaan kunakin lehmän syömä rehumäärä.



KUVA 2. Insentec-ruokintakupit (Laatikainen 2017-11-03a.)

Koeasetelmana oli kaksijaksoinen crossover, eli vaihtovuoroinen koeasetelma, jossa jakson pituus oli kolme viikkoa. Jaksojen kaksi ensimmäistä viikkoa olivat totutusjaksoja ja kolmannet viikot olivat näytteiden keruujaksoja. Tilastolliset analyysit tehtiin keruujaksojen näytteiden tuloksista.

Vertailuruokintoina käytettiin kolmea erilaista seosrehua. Kontrollirehuna oli nurmiseosrehu, joka sisälsi nurmisäilörehua, ohraa, rypsirouhetta sekä kivennäisiä. Sinimailasseosrehu 1 sisälsi samat rehukomponentit kuin nurmiseosrehu, mutta osa nurmirehusta korvattiin sinimailassäilörehulla. Sinimailasseosrehu 2 sisälsi alennetun rypsirouheen määrän. Taulukossa 3 on esitetty rehujen osuudet prosentteina koko rehuseoksessa.

TAULUKKO 3. Seosrehujen sisältämät rehukomponentit prosentteina kuiva-aineesta

	Nurmiseosrehu	Sinimailasseosrehu 1	Sinimailasseosrehu 2
Karkearehu	55	55	55
Nurmisäilörehu	100	60	60
Sinimailassäilörehu	-	40	40
Väkirehu	45	45	45
Ohra	80	80	85
Rypsi	20	20	15

Säilörehut olivat kesän 2017 toisen korjuukerran rehuja. Timotei-nurminataseos oli korjattu 9.8. ja sinimailaskasvusto 16.8, jossa lajikkeina olivat Live, Nexus ja Plato. Molemmat rehut olivat säilötty pyöröpaaleihin ja säilöntäaineena oli käytetty muurahaishappopohjaista säilöntäainetta annostuksella viisi litraa happoa rehutonnia kohden. Nurmisäilörehun energia-arvo oli 10,9 megajoulea muuntokelpoista energiaa kilossa kuiva-ainetta ja sinimailassäilörehun 10. Nurmisäilörehun D-arvo oli 680 grammaa kilossa kuiva-ainetta ja sinimailassäilörehun 625. Säilörehujen säilönnällinen laatu ja kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Säilörehujen kemiallinen koostumus ja säilönnällinen laatu

	Nurmisäilörehu	Sinimailassäilörehu
Kuiva-aine g/kg	245	291
Kuiva-aineessa, g/kg		
Tuhka	103	114
Raakavalkuainen	166	221
NDF	527	357
Sokeri	67,7	65,1
Maitohappo	25,9	23,8
Muurahaishappo	10,8	9,3
Etikkahappo	10,4	8,3
Propionihappo	0,47	0,30
Voihappo	1,57	0,17
Isovaihappo	0,0	0,0
Valeriaanahappo	0,00	0,01
Isovaleriaanahappo	0,04	0,04
Kapronihappo	0,04	0,04
Etanoli	5,0	2,6
Ammonium-N	2,4	1,4
pH	4,8	5,0

Rehuista otettiin keruunäytteitä jaksojen kolmansilla viikoilla. Näytteitä otettiin aina seosrehun sekoituksen yhteydessä. Nurmiseosrehuun laitettavista säilörehuista otettiin näytteet koko nurmiseoksesta. Sinimailassäilörehuista näytteet otettiin ennen kuin ne sekoitettiin nurmisäilörehuun. Samalla näytteet otettiin rehuseoksiin laitettavista ohraista ja rypsiä rehuittain. Väkirehuina käytettyjen ohran ja rypsin kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Väkirehujen kemiallinen koostumus

	Rypsi	Ohra
Kuiva-aine g/kg	882	864
Raakavalkuainen g/kg ka	384	130
Raakakuitu g/kg ka	116	45
Raakarasva g/kg ka	22	17
Tuhka g/kg ka	88	25

Maitonäytteet otettiin keruujaksoilla kahtena peräkkäisenä päivänä. Näytteet otettiin sekä aamu- että iltatylpsyllä. Tarvittaessa lisänäytteitä otettiin kolmantena päivänä. Maitonäytteet lähetettiin analysoitavaksi Valion aluelaboratorioon Seinäjoelle, missä niistä määritettiin maidon rasva, valkuainen, laktoosi, urea sekä maidon soluluku.

Säilörehunäytteitä lähetettiin analysoitavaksi Valion aluelaboratorioon Seinäjoelle sekä Luken Jokioisten laboratorioon. Valiolla säilörehusta tehtiin Artturi-vakioanalyysi. Luken Jokioisten laboratoriossa analysoitiin kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen, NDF, sellulaasiliukoisuus, pH ammonium-N, maitohappo, muurahaishappo, VFA ja etanoli. Myös väkirehut lähetettiin Jokioisten laboratorioon, missä niistä analysoitiin kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen, raakakuitu ja raakarasva.

## 5 TULOKSET

Sinimailasen ensimmäisen ja toisen niiton yhteissato oli keskimäärin 4 200 kiloa kuiva-ainetta hehtaarilta. Taulukossa 6 on esitetty rehujen kuiva-aineen syöntimäärät eri koeruokkinnoilla. Suurinta säilörehun kuiva-aineen syönti oli sinimailasruokinnalla 1 ollen 12,5 kiloa. Sinimailasruokinnalla 2 säilörehun kuiva-aineen syönti oli 12,3 kiloa ja pienintä syönti oli nurmiruokinnalla (10,9 kiloa). Säilörehun kuiva-aineen syönti lisääntyi merkitsevästi sinimailasruokinnalla nurmiruokintaan verrattuna ( $p < 0,001$ ). Sinimailasruokintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p > 0,05$ ).

TAULUKKO 6. Keskimääräinen rehujen kuiva-aineen syönti koeruokkinnoilla

Syönti	Ruokinnat			SEM <sup>3</sup>	Tilastollinen merkitsevyys	
	Nurmiseos-rehu	Sinimailas-seosrehu 1 <sup>1</sup>	Sinimailas-seosrehu 2 <sup>2</sup>		Nurmi vs. mailaset <sup>4</sup>	Mailanen 1 vs. mailanen 2 <sup>5</sup>
Säilörehu kg ka/pv	10,9	12,5	12,3	0,20	<0,0001	0,25
Väkirehu kg ka/pv	9,0	10,6	10,3	0,16	<0,0001	0,09
Yhteensä kg ka/pv	19,9	23,1	22,6	0,36	<0,0001	0,16
ME MJ/pv	216	247	243	3,5	<0,0001	0,18

<sup>1</sup> Sinimailasseosrehu 1: normaali valkuaistaso. <sup>2</sup> Sinimailasseosrehu 2: matala valkuaistaso. <sup>3</sup> SEM: keskiarvon keskivirhe. <sup>4</sup> Nurmi vs. mailaset: nurmiseosrehu vs. sinimailasseosreht. <sup>5</sup> Mailanen 1 vs. mailanen 2: sinimailasseosrehu 1 vs. sinimailasseosrehu 2.

Väkirehujen kuiva-aineen keskimääräinen syönti oli korkeinta sinimailasruokinnalla 1 ja nurmiruokinnalla matalinta. Väkirehun kuiva-aineen syönti erosi merkitsevästi sinimailasruokintojen ja nurmiruokinnan välillä ( $p < 0,001$ ). Sinimailasruokintojen välillä ei ollut eroa ( $p > 0,05$ ).

Sinimailasruokinnalla 1 keskimääräinen koko rehuannoksen kuiva-aineen syönti oli 23,1 kilogrammaa ja sinimailasruokinnalla 2 hieman matalampi, 22,6 kilogrammaa kuiva-ainetta. Matalinta syönti oli nurmiruokinnalla, keskimäärin 19,9 kilogrammaa kuiva-ainetta. Sinimailasruokinnat erosivat merkitsevästi nurmiruokinnasta ( $p < 0,001$ ).

Taulukossa 7 on kuvattu eri koeruokkinnoilla saavutetut maitomäärät, maidon koostumus ja ravintoaineiden hyväksikäyttö. Päivittäinen maitomäärä lisääntyi kaksi kiloa sinimailasruokinnalla 1 ja 1,2 kiloa sinimailasruokinnalla 2 verrattuna nurmiruokintaan. Päivittäisen maitomäärän lisääntyminen oli sinimailasruokinnalla merkitsevä verrattuna nurmiruokintaan ( $p < 0,001$ ). Sinimailasruokintojen välinen ero oli suuntaa-antava ( $p < 0,01$ ). Sinimailasruokinnalla 1 energiakorjattu maitokilomäärä (EKM) oli suurin, 34,9 kiloa päivässä. Sinimailasruokinnalla 2 energiakorjattu maitomäärä oli 33,8 kiloa päivässä ja nurmiruokinnalla 32,5 kiloa. Sinimailasruokinnat erosivat nurmiruokinnasta merkitsevästi ( $p < 0,001$ ). Sinimailasruokintojen 1 ja 2 välinen ero energiakorjatussa maitomäärässä oli selvästi vähäisempi, kuin sinimailasruokintojen ja nurmiruokinnan välinen ero ( $p > 0,05$ ).

TAULUKKO 7. Keskimääräinen maitotuotos ja maidon koostumus sekä ravinteiden hyväksikäyttö

	Ruokinnat			SEM <sup>3</sup>	Tilastollinen merkitsevyys	
	Nurmiseosre- hu	Sinimailas- seosrehu 1 <sup>1</sup>	Sinimailas- seosrehu 2 <sup>2</sup>		Nurmi vs. mailaset <sup>4</sup>	Mailanen 1 vs. mai- lanen 2 <sup>5</sup>
<b>Tuotos</b>						
Maito kg/pv	29,3	31,3	30,5	0,57	<0,0001	0,06
EKM kg/pv	32,5	34,9	33,8	0,63	<0,0001	0,08
<b>Maidon koostumus</b>						
Rasva g/kg	48,8	49,4	48,8	0,93	0,67	0,48
Valkuainen g/kg	37,3	37,7	37,2	0,44	0,47	0,82
Laktoosi g/kg	45,0	44,7	44,8	0,17	0,0055	0,47
Urea mg/100 ml	26,1	32,9	26,8	0,82	<0,0001	<0,0001
<b>Ravinteiden hyväksikäyttö</b>						
EKM kg/kg ka	1,64	1,51	1,49	0,027	<0,0001	0,39
ME MJ/EKM kg	4,59	5,13	5,22	0,106	<0,0001	0,46
Maidon N/N saanti	0,32	0,28	0,29	0,005	<0,0001	0,27
Energiatasapaino ME, MJ/pv	-19	-2	-0,4	3,4	<0,0001	0,65

<sup>1</sup> Sinimailasseosrehu 1: normaali valkuaistaso. <sup>2</sup> Sinimailasseosrehu 2: matala valkuaistaso. <sup>3</sup> SEM: keskiarvon keskivirhe. <sup>4</sup> Nurmi vs. mailaset: nurmiseosrehu vs. sinimailasseosrehut. <sup>5</sup> Mailanen 1 vs. mailanen 2: sinimailasseosrehu 1 vs. sinimailasseosrehu 2.

Maidon rasvapitoisuus oli korkein sinimailasruokinnalla 1 ollen 49,4 grammaa kilossa (taulukko 7). Nurmiruokinnalla ja sinimailasruokinnalla 2 maidon rasvapitoisuus oli 48,8 grammaa kilossa. Sinimailasruokinnat ja nurmiruokinta eivät eronneet toisistaan ( $p>0,05$ ), kuten ei myöskään sinimailasruokinnat keskenään ( $p>0,05$ ).

Maidon valkuaispitoisuus nousi sinimailasruokinnalla 1 ollen keskimäärin 37,7 grammaa kilossa. Valkuaispitoisuus oli nurmiruokinnalla 37,3 grammaa ja sinimailasruokinnalla 2 yhteensä 37,2 grammaa kilossa. Maidon valkuaispitoisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p>0,05$ ). Maidon ureapitoisuus erosi merkitsevästi kaikkien koeruokintojen välillä ( $p<0,001$ ). Korkein maidon ureapitoisuus oli sinimailasruokinnalla 1, 32,9 milligrammaa sadassa millilitrassa. Nurmiruokinnalla ureapitoisuus oli matalin 26,1 milligrammaa sadassa millilitrassa.

Sinimailasruokinnat eivät nostaneet maidon laktoosipitoisuutta. Sinimailasruokinnalla 1 laktoosipitoisuus oli 44,7 grammaa kilossa ja sinimailasruokinnalla 2 hieman enemmän, 44,8 grammaa kilossa. Nurmiruokinnalla laktoosipitoisuus oli korkein, 45,0 grammaa kilossa. Sinimailasruokintojen ero nurmiruokintaan oli ( $p>0,05$ ), kuten myös sinimailasruokintojen kesken. Laktoosipitoisuus ei eronnut merkitsevästi ruokintojen välillä.

Nurmiruokinnalla energiakorjattua maitoa tuotettiin keskimäärin 1,64 kiloa per rehun kuiva-ainekilo. Rehun kuiva-aineen hyväksikäyttö maidontuotantoon (EKM kg/kg ka) oli tehokkainta nurmiruokinnalla sinimailasruokintoihin verrattuna ( $p<0,001$ ). Sinimailasruokintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p>0,05$ ).

Muuntokelpoisen energian määrä energiakorjattua maitokiloa kohti (ME MJ/EKM kg) suureni sinimailasruokinnoilla nurmiruokintaan verrattuna ( $p<0,001$ ). Sinimailasruokintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p>0,05$ ). Muuntokelpoisen energian hyväksikäyttö maidontuotantoon oli hei-

komppaa molemmilla sinimailasruokinnoilla nurmiruokintaan verrattuna. Typen hyväksikäyttö maidontuotantoon oli nurmiruokinnalla parempi kuin sinimailasruokinnoilla ( $p < 0,001$ ), mutta sinimailasruokintojen välillä ei ollut eroa ( $p > 0,05$ ).

Kaikkien koeruokintojen energiatasapaino oli negatiivinen. Nurmiruokinnalla energiatasapaino oli huonoin ollen -19. Sinimailasruokinnalla 2 päästiin lähimmäs nolla sen ollen -0,4. Nurmiruokinnan ero oli merkitsevä sinimailasruokintoihin verrattuna ( $p < 0,001$ ). Sinimailasruokintojen välillä ei ollut merkitsevää eroa ( $p > 0,05$ ).

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sinimailasan menestymisen edellytyksenä on sen kasvupaikkavaatimuksien ja viljelytekniikoiden tunteminen ja niiden toteuttaminen. Sinimailasesta saatiin satoa keskimäärin vain 4 200 kiloa kuiva-ainetta hehtaarilta, mikä on noin 3 000 kiloa kuiva-ainetta vähemmän kuin Ylistarossa saavutettu sato kahdella korjuukerralla. Osasyynä alhaiseen satoon oli kesän 2017 sateinen ja viileä sää. Lisäksi rikkakasvin torjunta-aine Harmony vahingoitti sinimailaskasvustoa ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen.

Nurmirehun osittainen korvaaminen sinimailasrehulla lisäsi rehuannoksen kuiva-aineen syöntiä. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös muissa ruokintakokeissa. Syönnin lisääntyminen oli kuitenkin oletettavissa, sillä sinimailanen hajoaa pötsissä nopeammin kuin nurmiheinät. Korkein syönti saavutettiin normaalitason valkuais täydennyksen sisältävällä sinimailasruokinnalla, mutta ero matalamman tason valkuais täydennyksen sinimailasruokintaan ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Syynä tähän oli valkuais täydennyksen vähäinen ero, joka oli vain noin 0,5 kiloa per päivä. Nurmiruokinnan matalampi kuiva-aineen syönti johtui osittain nurmirehun heikosta säilönnällisestä laadusta.

Sinimailasruokinnoilla maitotuotos ja energiakorjattu maitomäärä olivat merkitsevästi parempia kuin nurmiruokinnalla. Kuiva-aineen syönnin lisääminen nostaa maitotuotosta, mikä näkyy myös tässä tutkimuksessa. Maitomäärän lisääntyminen nurmiruokintaan verrattuna oli samaa luokkaa kuin kirjallisuuskatsauksessa käsitellyissä vastaavissa ruokintakokeissa. Sinimailasruokintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa maitomäärissä. Korkean valkuais tason sinimailasruokinta tuotti suuntaa-antavasti enemmän sekä maitoa, että energiakorjattua maitoa. Rypsirouehen lisääminen ruokintaan on aikaisemmissa kokeissa lisännyt sekä syöntimäärää että maitotuotosta. Sama ilmiö näkyy myös tässä tutkimuksessa. Ero vain on pieni johtuen vähäisestä erosta rypsin määrässä sinimailasruokintojen välillä. Suuntaa-antava ero maitotuotoksessa on oletettavasti todellinen. Maidon rasva ja valkuaispitoisuudet eivät eronneet merkitsevästi koeruokintojen välillä, joten sinimailanen ei vaikuttanut maidon pitoisuuksiin.

Maidon ureapitoisuus erosi merkitsevästi kaikkien koeruokintojen kesken. Kun eläin ei pysty hyödyntämään kaikkea rehuannoksen raakavalkuaista, ylimääräinen typpi poistuu maidon sekä sonnan ja erityisesti virtsan mukana. Virtsan typpi on altis haihtumaan ilmakehään ja huuhtoutumaan vesistöön. Normaali valkuais täydennystason sinimailasruokinnalla maidon ureapitoisuus oli korkein, mikä viittaa heikentyneeseen valkuaisen hyödyntämiseen. Nurmiruokinnalla ja matalamman valkuais täydennystason sinimailasruokinnoilla maidon ureapitoisuus jäi alemmalle tasolle kuin keskimääräinen tuotosseurantakarjojen maidon ureapitoisuus. Millään koeruokinnalla maidon ureapitoisuus ei kuitenkaan noussut tasolle, jolla eläinten hedelmällisyys voi heikentyä.

Energiakorjattu maitotuotos rehun kuiva-ainekiloa kohden (EKM kg/kg ka) oli kaikissa ruokinnoissa keskimääräistä parempi. Tuotosseurantakarjojen energiakorjattu maitotuotos oli vuonna 2017 keskimäärin 1,31 kiloa per rehun kuiva-ainekilo (Huhtamäki 2018). Energiakorjattu maitotuotos syötyä



rehun kuiva-ainekiloa kohden oli suurin nurmiruokinnalla, mutta myös energiatasapaino oli kyseisellä ruokinnalla kaikkein negatiivisin.

Muuntokelpoisen energian hyväksikäyttö maidontuotantoon oli nurmiruokinnalla tehokkainta. Tuotosseurantaan kuuluvien karjojen muuntokelpoisen energian hyväksikäyttö energiakorjattua maitokiloa kohden oli vuonna 2017 keskimäärin 5,36 (Huhtamäki 2018), mikä on heikompi kuin kaikkien koeruokintojen energian hyväksikäyttö. Nurmiruokinnan paras energiahyötysuhde johtuu nurmirehun alimmasta syönnistä. Hyötysuhde on poikkeuksellisen korkea ottaen huomioon lehmien tuotostavaiheen. Korkea hyötysuhde ei ole tavoiteltava ominaisuus, mikäli se johtuu rehun heikosta maitavuudesta.

Typen hyväksikäyttö arvioituna maidon N/N saanti -suhteen perusteella, typen hyväksikäyttö maidontuotantoon oli nurmiruokinnalla parasta. Sinimailasruokinnoilla typen hyväksikäytön ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tällä perusteella voidaan sanoa normaalin valkuaisäydennystason sinimailasruokinnan valkuaislisäyksen olleen turhan suuri, koska sillä ei saavutettu tuotannon lisäystä. Kaikissa koeruokinnoissa typen hyväksikäyttö oli vähintään samalla tasolla kun sen on raportoitu keskimäärin olevan.

Maitotuotos voi nousta lyhytaikaisesti vaikka energiatasapaino onkin negatiivinen, mutta odotettavissa oleva maitotuotto pitkällä aikavälillä on todennäköisesti pienempi kuin tässä kokeessa saadut tulokset. Pitkään kestävä negatiivinen energiatase johtaa usein heikentyneeseen hedelmällisyyteen ja lisääntyneeseen sairastavuuteen. Sinimailassäilörehun lisääminen rehuannokseen paransi nollan lähellä olevaa energiatasapainoa. Näin lisääntynyt kuiva-aineen syönti kompensoi energiatasapainoa.

Ruokintakokeen johtopäätös on se, että nurmirehun osittainen korvaaminen sinimailasrehulla lisäsi kuiva-aineen syöntiä, maitotuotosta ja paransi energiatasapainoa. Nämä tulokset osoittivat sinimailasen ravitsemukselliset edut verrattuna pelkkään perinteiseen nurmirehuun. Tulosten perusteella voidaan todeta, että sinimailassäilörehulla voidaan korvata osittain rypsiä lypsylehmien ruokinnassa. Typen hyväksikäyttö heikkeni sinimailasruokinnoilla, mutta se jäi kuitenkin vähintään samalle tasolle aikaisempien tutkimusten kanssa, jossa käytettiin pelkkää nurmiheinärehua.

Ruokintakokeessa käytetty nurmisäilörehu ei ollut säilönnälliseltä laadultaan parasta mahdollista. Tämä osaltaan vaikutti nurmiruokinnan pienempään kuiva-aineen syöntiin ja sitä kautta myös maitotuotokseen. Sinimailasruokintojen ja nurmiruokinnan välinen ero kuiva-aineen syönnissä ja siten myös maitotuotoksessa olivat luultavasti suurempia kuin mitä ne olisivat olleet säilönnällisesti hyvälaatuisen nurmirehuun verrattuna.

## 7 PÄÄTÄNTÖ

Kotimaisia tutkimuksia sinimailasesta oli haastavaa löytää ja nekin tutkimukset, jotka löysin, olivat yhdistetty ulkomaisten tutkimusten kanssa. Sinimailasen viljelystä on tehty useampikin opinnäytetyö, mutta ruokintakokeista ei. Yhdessä opinnäytetyössä oli ollut tarkoitus tutkia sinimailasen vaikutuksia lypsylehmien ruokinnassa, mutta kasvuston talvehtiminen oli epäonnistunut. Myös tähän ruokintakokeeseen tarvittavan sinimailaskasvuston kuiva-ainesadon saannissa oli haasteita, mikä osoittaa sen, että sinimailanen on vaativa kasvi. Osaltaan sinimailasen viljelyyn haasteita asettaa myös pohjoinen ilmastomme. Vasta äskettäin on saatu uusia lajikkeita, jotka menestyvät myös täällä.

Työssä pääpaino oli ruokinnallisessa osuudessa. Tarpeellisten asioiden nostaminen kyseiseen aihealueeseen tuotti haasteita. Tuloksien kirjaamisen jälkeen nousi esiin uusia asioita, joita olisi pitänyt lisätä kirjallisuuskatsaukseen. Lisäksi haasteita aiheutti myös se, että en ole aiemmin perehtynyt vastaavanlaisiin tutkimuksiin. Virheiltä tulosten tulkinnassa on kuitenkin välttytty toimeksiantajan edustajan ohjeistuksen avulla. Osallistuminen ruokintakokeen toteutukseen olisi ollut mielenkiintoista, mutta se ei ollut nyt mahdollista. Pääsin kuitenkin tutustumaan muissa merkeissä sinimailaseen kasvina ollessani harjoittelussa nurmitutkimuksen parissa Luonnonvarakeskus Maaningalla.

Sinimailanen on varteenotettava rehukasvi lypsylehmien ruokintaan. Sinimailanen on kuitenkin vaativa kasvi ja sen menestymisen yhtenä edellytyksenä on viljelyvaatimusten toteuttaminen. Kiinnostus sinimailasen viljelyyn ja käyttöön lypsylehmien ruokinnassa on lisääntynyt viljelijöiden keskuudessa, joten lisätutkimuksille olisi tarvetta.

Tässä opinnäytetyössä ei selvitetty ruokintojen vaikutusta talouteen. Olisi kuitenkin mielenkiintoista tietää, mikä olisi ollut maitotuotos miinus rehukustannus. Sen avulla pystyisi hahmottamaan sitä, onko rypsin korvaaminen sinimailasrehulla taloudellisesti järkevää. Tulevaisuudessa voisikin tutkia eri ruokintojen vaikutusta taloudelliseen tulokseen.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AHVENNIEMI, Paavo 2010. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Helsinki: Kasvinsuojeluseura.
- AMARAI-PHILLIPS, Donna M. 2001. Alfalfa for dairy cattle [verkkojulkaisu]. University of Kentucky. [Viitattu 2018-03-11.] Saatavissa: [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1155&context=ky\\_alfalfa](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1155&context=ky_alfalfa)
- ANTTILA, Pirkko 2007a. Ammatillisen tutkimuksen eettiset pelisäännöt [verkkojulkaisu]. Virtuaaliammattikorkeakoulu. [Viitattu 2018-01-17.] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464169229/1194413488476/1194413568842.html>
- ANTTILA, Pirkko 2007b. Tutkimuksen validiteetti [verkkojulkaisu]. Virtuaaliammattikorkeakoulu. [Viitattu 2018-01-17.] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464185783/1194413809750/1194415367669.html>
- ANTTILA-LINDEMAN, Helena 2005. Sinimailanen päihittää puna-apilan [verkkojulkaisu]. Maatilan Pellervo. [Viitattu 2018-01-21.] Saatavissa: [http://www.pellervo.fi/maatilanpellervo/mp4\\_12/mp4b\\_12.htm](http://www.pellervo.fi/maatilanpellervo/mp4_12/mp4b_12.htm)
- BERTILSSON, Jan, DEWHURST, Richard J. ja TUORI, Mikko 2001. Effects of legume silages on feed intake, milk production and nitrogen efficiency [verkkojulkaisu]. Julkaisussa: WILKINS, Roger J. ja PAUL, Christian (toim.) Legume silages for animal production. Landbauforschung Völkrode Sonderheft, 39–45. [Viitattu 2018-04-27.] Saatavissa: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/zi025872.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/zi025872.pdf)
- BRITANNICA 2017. Alfalfa [verkkojulkaisu]. Britannica. [Viitattu 2018-02-28.] Saatavissa: <https://www.britannica.com/plant/alfalfa>
- COMFY HOOVES 2015. About lucerne [verkkojulkaisu]. Comfy Hooves Ltd. [Viitattu 2018-05-03.] Saatavissa: <http://www.comfyhooves.co.uk/photo-gallery1/all-about-lucerne-alfalfa>
- ELLÄ, Anu 2016-05-25. Sinimailasen alkulähteillä Kanadassa [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-03-12.] Saatavissa: <https://www.proagria.fi/blogit/ruohonjuurella/2016/05/25/sinimailasen-alkulähteillä-kanadassa>
- HEIKKILÄ, Tarja 2014. Tutkimuksen luotettavuus [verkkojulkaisu]. Edita Publishing Oy. [Viitattu 2018-05-23.] Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/7.RAPORTOINTI/TutkimuksenLuotettavuus.pdf>
- HIRSJÄRVI, Sirkka, REMES, Pirkko ja SAJAVAARA, Paula 2009. Tutki ja kirjoita. 21. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- HISSA, Pirjo 2018. Kohti kotimaista valkuaista. Nauta 02/2018, 30–31.
- HUHTAMÄKI, Tuija 2018. Ruokinta tuotosseurantatiloilla vuonna 2017 [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-04-21.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuse\\_karjojen\\_rehustus\\_vuonna\\_2017\\_huhtamaki\\_tuija.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/tuse_karjojen_rehustus_vuonna_2017_huhtamaki_tuija.pdf)
- JAANKOLA, Seija, NYHOLM, Laura ja KORHONEN, Mikko 2013. Sinimailanen lypsylehmien ruokinnassa [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-05-03.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/sinimailanen\\_lypsylehman\\_ruokinnassa\\_pro\\_agria\\_05092013\\_1.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/sinimailanen_lypsylehman_ruokinnassa_pro_agria_05092013_1.pdf)
- JAANKOLA, Seja 2010. Rehujen koostumus. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 52–59.
- JAANKOLA, Seja, RINNE, Marketta ja NOUSIAINEN, Juha 2010. Lehmän tärkeimmät ravintoaineet. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta.

ProAgria Keskusten Liiton julkaisu nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 11–18.

JOKELA, Marjatta, JAAKKOLA, Seija, HUHTANEN, PEKKA, ROKKA, Timo, KORHONEN, Hannu, SALO-VÄÄNÄNEN, Pirjo ja PIIRONEN, Vieno 1998. Keskeisten alkutuotantotekijöiden ja prosessoinnin vaikutus maidon laatuun [verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2018-04-21.] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja41.pdf>

KAKRIAINEN-ROUHIAINEN, Sanna s. a. Säilörehuanalyysi antaa pohjan ruokinnan suunnittelulle [verkkojulkaisu]. A-Tuottajat. [Viitattu 2018-04-27.] Saatavissa: <https://www.atriatuottajat.fi/atrianauta/ruokintajarehut/karkearehut/Sivut/sailorehuanalyysientulkinta.aspx>

KOTIMÄKI, Juha-Antti 2016-05-02. Hyödynnä biologinen typensidonta [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-01-04.] Saatavissa: <https://www.proagria.fi/blogit/luomublogi/2016/05/02/hyodynnabiologinen-typensidonta>

KUOPPALA, Kaisa 2017-12-01. Palkoviljat – kestävää rehuntuotantoa ja ruokintaa palkoviljoja käyttäen [verkkojulkaisu]. Hämeen ammattikorkeakoulun blogipalvelu: valkuaisfoorumi. [Viitattu 2018-03-10.] Saatavissa: <https://blog.hamk.fi/valkuaisfoorumi/palkoviljat-kestavaa-rehuntuotantoa-ja-ruokintaa-palkoviljoja-kayttaen/>

KURTTO, Jorma 1982. Palkokasvien viljelyvarmuus esitutkimus. 2. julkaisu. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto.

KVANTIMOTV 2003. Hypoteesinen testaus [verkkojulkaisu]. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. [Viitattu 2018-04-04.] Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/testaus.html>

KYNTÄJÄ, Juho, KARLSTRÖM, Tiina, RINNE, Marketta, NOUSIAINEN, Juha, PALVA, Reetta ja NOKKA, Sanna 2010. Pitkän tähtäimen ruokinnan suunnittelu. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liiton julkaisu nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 39–51.

KYTÖLÄ, Kimmo, KHALILI, Hannele ja HUHTANEN, Pekka 2000. Typen hyväksikäyttöä maidontuotantoon voidaan tehostaa [verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2018-04-28.] Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/449439/mtt-kjak-v57n6s07b.pdf?sequence=1>

KÄYTÄNNÖN MAAMIES 2017. Kumina on erikoiskasvien kunkku - Erikoiskasvien viljely vuonna 2015–2016. Käytännön Maamies [digilehti] 6/2017. [Viitattu 2018-03-02.] Saatavissa: <http://kaytannonmaamies.fi/digilehti/062017/erikoiskasvien-viljely-vuonna-2015-2016>

LAATIKAINEN, Jonna 2017-08-29a. Insentec-ruokintakupit [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Jonna Laatikaisen sähköiset kokoelmat.

LAATIKAINEN, Jonna 2017-08-29b. Sinimailanen [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Jonna Laatikaisen sähköiset kokoelmat.

LUKE 2015. Märehtijät [verkkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-04-10.] Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/marehtijat>

MANITOBA 2006. Bloat In Cattle Grazing Alfalfa Prevention of Pasture [verkkojulkaisu]. Manitoba Forage Council Inc. [Viitattu 2018-04-19.] Saatavissa: [http://www1.foragebeef.ca/\\$for age-beef/frgebeef.nsf/all/frg38/\\$FILE/pasturebloat.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$for age-beef/frgebeef.nsf/all/frg38/$FILE/pasturebloat.pdf)

MARTIN, Neal P. 2008. Alfalfa: Forage Crop of the Future [verkkojulkaisu]. University of Kentucky. [Viitattu 2018-03-11.] Saatavissa: [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.fi/&httpsredir=1&article=1072&context=ky\\_alfalfa](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.fi/&httpsredir=1&article=1072&context=ky_alfalfa)

MUSTONEN, Arja 2013. Nurmikasvien kehitysrytmi hallintaan [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-03-12.] Saatavissa: [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/arja\\_mustonen\\_nurmikasvien\\_kehitysrytmi\\_hallintaan.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/arja_mustonen_nurmikasvien_kehitysrytmi_hallintaan.pdf)

MÄKINIEMI, Kirsi, JAVANAINEN, Jussi, LAPPALAINEN, Heidi, NISKANEN, Markku ja SEPPÄNEN, Mervi 2016. Puhdas sinimailaskasvusto tulee niittää ajoissa [verkkojulkaisu]. Maataloustieteen päivät 2016. [Viitattu 2018-01-03.] Saatavissa:

[http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/M%C3%A4kiniemi%20ym\\_2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/M%C3%A4kiniemi%20ym_2016.pdf)

MÄLIKIÄ, Pirjo, KYNTÄJÄ, Juho ja ASPILA, Pentti 2006. Rehun tarve ja rehuarvojärjestelmät. Julkaisussa: AHO, Pirjo, KYNTÄJÄ, Juho ja TERÄVÄINEN, Hanne (toim.) Lypsylehmän ruokinta [verkkokirja]. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja nro 1031, Tieto tuottamaan 117. 6. uudistettu painos. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 25–45. [Viitattu 2018-01-29.] Saatavissa:

<https://www.ellibslibrary.com/book/951-808-135-2>

MÄNTYSAARI, Päivi, KOKKONEN, Tuomo, LIDAUER, Martin ja MÄNTYSAARI, Esa 2016. Elopaino, kuntoluokka ja maidon pitoisuudet lehmän energiataseen kuvaajana [verkkojulkaisu]. Maataloustieteen päivät 2016. [Viitattu 2018-04-21.] Saatavissa:

[http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/M%C3%A4ntysaari\\_ym\\_2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/M%C3%A4ntysaari_ym_2016.pdf)

NOUSIAINEN, Jouni, KYTÖLÄ, Kimmo, KHALILI, Hannele ja HUHTANEN, Pekka 2003. Ruokinnalliset mahdollisuudet parantaa typen hyväksikäyttöä maidontuotannossa. Julkaisussa: UUSI-KÄMPPIÄ, Jaana, YLI-HALLA, Markku ja GRÉK, Kaarina (toim.) Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen [verkkokirja]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, 26–39. [Viitattu 2018-04-27.] Saatavissa:

<http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/454063/met25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NOUSIAINEN, Juha, VANHATALO, Aila ja NOKKA Sanna 2010. Ruokinnan onnistumisen seuranta. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 117-129.

PELTONEN, Sari 2011. Valkuaisrehujen tuotannon edellytykset. Julkaisussa: AALTONEN, Raija ja PELTONEN, Sari (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1108, Tieto tuottamaan 134. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 21–26.

POHJAKALLIO, Onni 1941. Sinimailasen ja rantamaitteen viljelysmahdollisuuksista Suomessa [verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2018-03-02.] Saatavissa:

[https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/519248/valmtkt\\_julk110.pdf?sequence=1](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/519248/valmtkt_julk110.pdf?sequence=1)

PROAGRIA s. a. Sini- ja rehumailanen viljelykasvina ja käyttö ruokinnassa [verkkojulkaisu]. ProAgria Oulu. [Viitattu 2018-03-02.] Saatavissa:

[http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/mailaset\\_viljelyssa\\_ja\\_ruokinnassa\\_+\\_tilaesimerkki.pdf](http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/mailaset_viljelyssa_ja_ruokinnassa_+_tilaesimerkki.pdf)

PUHAKKA, Laura, JYRINKI, Satu ja VANHATALO, Aila 2012. Palkoviljojen haitta-aineet ja niiden merkitys kotieläinten ruokinnassa [verkkojulkaisu]. Julkaisussa: SCHULMAN, Nina (toim.) Maataloustieteen päivät 2012, esitelmä- ja posteritivistelmä. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote no 29. Helsinki: Agricultural and Food Science, 178. [Viitattu 2018-04-11.] Saatavissa:

[http://www.academia.edu/2233720/Effect\\_of\\_sludge\\_on\\_germination\\_and\\_growth\\_of\\_bioenergy\\_crops](http://www.academia.edu/2233720/Effect_of_sludge_on_germination_and_growth_of_bioenergy_crops)

RINNE, Marketta 2010. Monipuolinen kotovarainen ruokinta palkokasveja nurmissa, kokoviljasäilörehussa ja väkirehussa hyödyntäen [verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2018-03-26.] Saatavissa:

[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Artturi\\_palkokasvit\\_naudoille.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanlihantuotanto/Artturi_palkokasvit_naudoille.pdf)

RINNE, Marketta ja NOUSIAINEN, Juha 2010. Rehuarvot ja rehujen sulavuus. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 75–81.

- ROBINSSON, Peter H. 1998. What are Dairy Nutritionists Looking for in Alfalfa Hay? [verkkajulkaisu]. University of California Alfalfa & Forages. [Viitattu 2018-03-11.] Saatavissa: <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1998/98-133.pdf>
- SAARIJÄRVI, Kirsi 2013. Poikivat kalsiumvalmennukseen. Kotieläinten terveydenhuoltolehti 2/2013, 15–19.
- SYRJÄLÄ-QVIST, Liisa 2001. Nurmipalkokasveissa hedelmällisyysriski [verkkajulkaisu]. Maatilan pellervo. [Viitattu 2018-04-11.] Saatavissa: [http://www.pellervo.fi/maatila/10\\_y01/syrjala.htm](http://www.pellervo.fi/maatila/10_y01/syrjala.htm)
- TUORI, Mikko ja SYRJÄLÄ-QVIST, Liisa 2001. Nurmipalkokasvisäilörehuista maitoa [verkkajulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2018-04-27.] Saatavissa: <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/451226/mtt-kjak-v58n4s12b.pdf?sequence=1>
- UNDERSANDER, Dan, COSGROVE, Dennis, CULLEN, Eileen, GRAU, Craig, RICE, Marlin E., RENZ, Mark, SHEAFFER, Craig, SHEWMAKER, Glen ja SULC, Mark 2011. Alfalfa management guide [verkkajulkaisu]. USA: American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc ja Soil Science Society of America, Inc. [Viitattu 2018-02-28.] Saatavissa: <https://www.americasalfalfa.com/Alfalfa-University-Content/Production-Management/Alfalfa-Management-Guide>
- UNDERSANDER, Dan, RENZ, Mark, SHEAFFER, Craig, SHEWMAKER, Glen ja SULC, Mark 2015. Alfalfa Management Guide [verkkajulkaisu]. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., ja Soil Science Society of America, Inc. [Viitattu 2018-01-03.] Saatavissa: <https://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A4075.pdf>
- UOMALA, Pertti 1986. Maatilan typpihuolto. Biologisen typensidonnän, typpilannoitteiden ja karjanlannan hyväksikäytön tehostaminen. Sarja B nro 84. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto.
- VALTIONKONTTORI 2017. Luonnonvarakeskus [verkkajulkaisu]. Valtionkonttori. [Viitattu 2018-02-10.] Saatavissa: [https://www.valtiolle.fi/fi-FI/Tyonantajat\\_ja\\_tyontekijat/Maa\\_ja\\_metsatalousministerio/Luonnonvarakeskus](https://www.valtiolle.fi/fi-FI/Tyonantajat_ja_tyontekijat/Maa_ja_metsatalousministerio/Luonnonvarakeskus)
- VANHATALO, Aila 2010. Ravintoaineiden sulatus ja käyttö. Julkaisussa: KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina (toim.) Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1096, Tieto tuottamaan 133. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto, 27–38.
- VILKKA, Hanna 2007. Tutki ja mittaa - Määrällisen tutkimuksen perusteet [verkkokirja.] Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. [Viitattu 2018-01-09.] Saatavissa: <http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>
- WEBSTER, John 1993. Understanding the dairy cattle. 2. painos. Oxford: Blackwell Science.
- YLHÄINEN, Annaleena 2012. Sinimailanen haastaa puna-apilan. Käytännön Maamies [verkkolehti] 1/2012, 18–25. [Viitattu 2018-03-02.] Saatavissa: <http://kaytannonmaamies.fi/kmarkisto/KM2012/KM01.pdf>